

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 7 5 0 4 8

(43) 公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 7 月 2 日

| (51) Int. Cl. | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------|------|--------|-----------|--------|
| G09G 5/00 | 550 | | G09G 5/00 | 550 C |
| B41J 2/00 | | | G06F 3/12 | L |
| G06F 3/12 | | | | N |
| | | | G09G 5/02 | B |
| G09G 5/02 | | | B41J 3/00 | Y |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 1 1 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平 9 - 3 4 4 6 2 4

(22) 出願日 平成 9 年 (1 9 9 7) 1 2 月 1 5 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 4 9 6

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

(72) 発明者 松崎 智康

神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー
ンテクなか い 富士ゼロックス株式会
社内

(72) 発明者 池上 博章

神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー
ンテクなか い 富士ゼロックス株式会
社内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

最終頁に続く

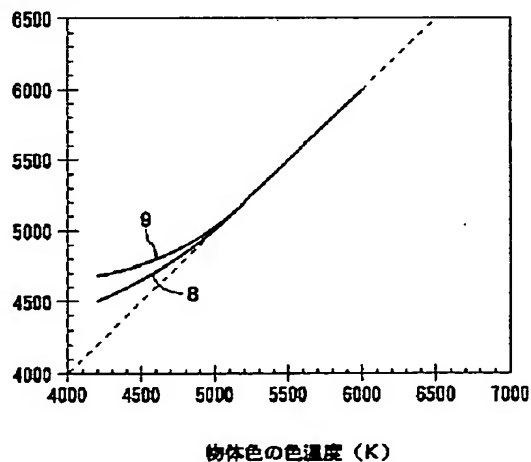
(54) 【発明の名称】 カラー画像変換係数算出方法およびカラー画像変換方法

(57) 【要約】

【課題】 目視による等色という作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを近づけることができるようにする。

【解決手段】 ディスプレイが設置されている環境の照明条件として、ある特定色についての物体色の色温度、輝度または照度、および色度を検出する。その特定色についての物体色の色温度と輝度または照度とから、特定色についての物体色と等色になる表示色（光源色）の色温度を、等色点として予測する。その予測された等色点の色度と、複数の色データによる色順応モデルとによって、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する。

物体色と等色になる
表示色の色温度 (K)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数を算出する方法において、

前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第 1 の認識工程と、

前記カラーディスプレイの特性を認識する第 2 の認識工程と、

前記第 1 および第 2 の認識工程の認識結果に基づいて、前記変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、

を備えることを特徴とするカラー画像変換係数算出方法。

【請求項 2】請求項 1 のカラー画像変換係数算出方法において、

前記係数算出工程は、前記第 1 の認識工程によって認識された、前記照明条件としての色温度が、5 0 0 0 K 未満のときにおいて、前記変換係数として、前記光源色カラー画像の色温度が前記照明条件としての色温度より高くなる係数を算出することを特徴とするカラー画像変換係数算出方法。

【請求項 3】入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する方法において、

前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第 1 の認識工程と、

前記カラーディスプレイの特性を認識する第 2 の認識工程と、

前記第 1 および第 2 の認識工程の認識結果に基づいて、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、

この係数算出工程によって算出された係数によって、前記入力カラー画像を前記カラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する画像データ変換工程と、
を備えることを特徴とするカラー画像変換方法。

【請求項 4】請求項 3 のカラー画像変換方法において、前記係数算出工程は、前記第 1 の認識工程によって認識された、前記照明条件としての色温度が、5 0 0 0 K 未満のときにおいて、前記係数として、前記光源色カラー画像の色温度が前記照明条件としての色温度より高くなる係数を算出することを特徴とするカラー画像変換方法。

【請求項 5】請求項 1 もしくは 2 のカラー画像変換係数算出方法によって変換係数を算出し、または請求項 3 もしくは 4 のカラー画像変換方法によって入力カラー画像を変換する画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】この発明は、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを一致させるような

カラー画像変換係数を算出する方法、およびディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えが一致するようにカラー画像を変換する方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】コンピュータ技術の急速な発達によってカラー画像の作成・編集が容易になり、デザイナーだけでなく、一般のオフィスでも、カラー画像の作成・編集をする機会が増えてきたが、ディスプレイ上で作成した画像をプリントしたとき、そのハードコピー画像とディスプレイ画像の色が一致しないという問題がある。

【0 0 0 3】そのため、カラーマネージメント技術ないしカラーマネージメントシステムが発達してきた。カラーマネージメントは、RGB 空間や YMC K 空間などの、デバイス固有の色空間で表現された色を、CIE XYZ 空間や CIE L*a*b* 空間などの、デバイスに依存しない共通の色空間を拠り所として管理するもので、デバイスプロファイルにおける各デバイスの特性の記述 (Characterization) や、そのデバイスプロファイルを用いた、デバイス固有の色空間と共通の色空間との間の色変換 (Conversion) のほかに、各デバイスの個体差や経年変化に対する校正 (Calibration) など含まれる。

【0 0 0 4】従来、同じ色空間上で同じ値であれば、すなわち測色的に一致すれば、見た目にも同じ色に見えると考えられてきた。事実、カラーマネージメントシステムは、測色的一致を色管理目標として発展してきており、D50 または D65 の照明下で観察する場合には、測色的に一致させれば、見た目にも一致していると言われてきた。

【0 0 0 5】しかしながら、すでに文献 (例えば、岡嶋ほか「光学」20, 1991, 363-368 p) によっても知られているように、カラーディスプレイとカラーハードコピーとでは、光源色 (光源から発する光の色) と物体色 (反射物体または透過物体の色) というモードの違いがあり、従来のカラーマネージメント技術で測色的に一致させても、それぞれの画像の色は一致して見えない。特に、ディスプレイの周囲が色温度の低い蛍光灯で明るく照明されている一般のオフィス環境では、その傾向が顕著となる。

【0 0 0 6】この問題を解決して、カラーハードコピーの物体色とカラーディスプレイの光源色 (表示色、発光色) との色の見えを一致させる方法として、特開平 9-98301 号には、所定の色についての物体色と光源色とを目視によって等色させ、その対応関係に基づいて色変換パラメータを決定して、画像を色変換する方法が示されている。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この特開平 9-98301 号の方法は、満足な等色がなされるようになるまで、システムの利用者は何度も試行しなけ

ればならないという欠点がある。しかも、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えの一致具合も、結局は利用者による等色の精度に依存することになり、等色の精度が悪ければ両者の違いが余計に目立つ結果になりかねない。

【 0 0 0 8 】そこで、この発明は、一般のオフィスのように明るく照明された環境においてディスプレイ上でカラー画像を作成・編集するような場合においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを近づけることができるようにしたものである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明では、入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数を算出する方法において、前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第 1 の認識工程と、前記カラーディスプレイの特性を認識する第 2 の認識工程と、前記第 1 および第 2 の認識工程の認識結果に基づいて、前記変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、を設ける。

【 0 0 1 0 】請求項 3 の発明では、入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する方法において、前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第 1 の認識工程と、前記カラーディスプレイの特性を認識する第 2 の認識工程と、前記第 1 および第 2 の認識工程の認識結果に基づいて、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、この係数算出工程によって算出された係数によって、前記入力カラー画像を前記カラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する画像データ変換工程と、を設ける。

【 0 0 1 1 】

【作用】上記の方法による請求項 1 の発明のカラー画像変換係数算出方法においては、第 1 の認識工程において、カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件として、ある特定色についての物体色の色温度や、輝度もしくは照度、または色度が認識されるとともに、第 2 の認識工程において、カラーディスプレイの特性が認識される。

【 0 0 1 2 】そして、係数算出工程においては、第 1 の認識工程によって認識された照明条件と、第 2 の認識工程によって認識されたディスプレイ特性とに基づいて、特定色についての物体色と等色になる光源色の色度が予測され、色順応モデルによる色データの補正がなされるなどによって、入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数が算出される。

【 0 0 1 3 】したがって、一般のオフィスのように明るく照明された環境においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを一致させる変換係数が得られるようになる。

【 0 0 1 4 】上記の方法による請求項 3 の発明のカラー画像変換方法においては、同様に、一般のオフィスのように明るく照明された環境においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えが一致するように、入力カラー画像がディスプレイに表示するカラー画像に変換される。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】〔第 1 の実施形態…カラー画像変換係数算出方法としての実施形態〕図 1 は、請求項 1 の発明のカラー画像変換係数算出方法の一実施形態を示す。この実施形態のカラー画像変換係数算出方法は、全体として、第 1 の認識工程 1 0、第 2 の認識工程 2 0 および環境光情報補正係数算出工程 3 0 からなる。

【 0 0 1 6 】第 1 の認識工程 1 0 では、ディスプレイが設置されている環境の環境光情報を取り込んで、ディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する。第 2 の認識工程 2 0 では、ディスプレイ特性情報を取り込んで、ディスプレイの特性を認識する。ただし、ディスプレイは、カラー CRT ディスプレイなどのカラーディスプレイである。

【 0 0 1 7 】第 1 の認識工程 1 0 での環境光情報の取り込み、および第 2 の認識工程 2 0 でのディスプレイ特性情報の取り込みは、例えば、図 1 1 に示すような方法によって行う。すなわち、ディスプレイが設置されている環境において、同図 (A) に示すように、ハードコピー 1 にディスプレイが設置されている環境の照明光 2 を照射して、ハードコピー 1 からの反射光 3 をセンサー 4 で検出し、また、同図 (B) に示すように、ディスプレイ 5 の表示画面から発した光 6 を、センサー 7 で検出する。

【 0 0 1 8 】具体的に、第 1 の認識工程 1 0 では、ディスプレイが設置されている環境の照明条件として、ある特定色についての物体色の色温度、輝度または照度、および色度を検出する。特定色は、白色または白色に近い無彩色とすることができるが、ハードコピーの紙白でもよい。実際に行った方法では、マンセル色票 N 9 を特定色とした。第 2 の認識工程 2 0 では、ディスプレイの特性として、例えば、RGB 単色とグレーの階調再現特性を検出する。

【 0 0 1 9 】環境光情報補正係数算出工程 3 0 では、第 1 の認識工程 1 0 で認識された照明条件と、第 2 の認識工程 2 0 で認識されたディスプレイ特性とに基づいて、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、光源色カラー画像と物

体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する。

【 0 0 2 0 】 この実施形態では、具体的に、環境光情報補正係数算出工程 3 0 は、特定色色度予測工程 4 0、色の見え一致補正工程 5 0 および表示用変換係数算出工程 6 0 からなり、色の見え一致補正工程 5 0 は、色の見え一致補正本工程 5 1 および色の見え一致変換係数算出工程 5 5 からなる。

【 0 0 2 1 】 特定色色度予測工程 4 0 では、第 1 の認識工程 1 0 で認識された、特定色についての物体色の色温度と輝度または照度とから、その特定色についての物体色と等色になる表示色（光源色）の色温度を、等色値（等色点）として予測し、さらに、その予測した等色値を色度に変換する。

【 0 0 2 2 】 図 2 の等色曲線 8、9 で示すように、ある特定色についての物体色の色温度が 5 0 0 0 K 以上の範囲では、物体色と等色になる表示色の色温度が、一般的な使用環境においては、照度によらずに、物体色の色温度とほぼ等しくなる。しかしながら、物体色の色温度が 5 0 0 0 K 未満の範囲では、物体色の色温度が低くなるにつれて、物体色と等色になる表示色の色温度が、物体色の色温度より高くなる。

【 0 0 2 3 】 ディスプレイが設置されている環境の照明が暗い場合、すなわちハードコピーの輝度がディスプレイで再現できる範囲内にある場合には、こうした見え方の違いは、主として光源色と物体色の見え方の違いによる（図 2 の等色曲線 8）が、ディスプレイが設置されている環境の照明が明るく、ハードコピーの輝度がディスプレイで再現できる範囲を超えている場合には、さらに色再現範囲の違いも加わって、等色曲線 8 の場合よりも、物体色と等色になる表示色の色温度と、物体色の色温度との差は大きくなる（図 2 の等色曲線 9）。なお、等色曲線 9 の場合にも便宜的に等色という言葉を用いているが、厳密には等色ではなく、最も近い色に合わせるという意味である。

【 0 0 2 4 】 特定色色度予測工程 4 0 では、第 1 の認識工程 1 0 で認識された輝度または照度から、等色曲線 8、9 などの等色曲線を示す関数を選択し、その選択した関数によって、第 1 の認識工程 1 0 で認識された色温度から、等色値、すなわち物体色と等色になる表示色の色温度を予測する。予測した等色値の色度への変換は、あらかじめ等色値の色温度と色度との関係が書き込まれた LUT（ルックアップテーブル）によって行う。

【 0 0 2 5 】 色の見え一致補正工程 5 0 では、特定色色度予測工程 4 0 で予測された等色点と、例えば 8 個の色データによる色順応モデルとによって、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、色の見え一致変換係数、すなわち光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する。

【 0 0 2 6 】 色順応モデルを構成する 8 個の色データは、図 4 に示すような $L^*a^*b^*$ 空間上の適切な 8 個の点 P1 ~ P8 を、CIE 1931 の XYZ 色度座標として与える。

【 0 0 2 7 】 図 3 は、色の見え一致補正工程 5 0 での色の見え一致補正処理ルーチンの一例を示し、その色の見え一致補正処理ルーチン 100 では、まずステップ 101 において、上記の 8 個の色データの番号 n を 1 とし、次にステップ 102 に進んで、その 8 個の色データから第 n 番目のデータを選択し、次にステップ 103 に進んで、その選択した色データを上記のように CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換し、次にステップ 104 に進んで、その XYZ 色度座標を LMS 錐状体応答値に変換する。

【 0 0 2 8 】 CIE 1931 の XYZ 色度座標から LMS 錐状体応答値への変換は、変換前の XYZ 色度座標を X、Y、Z、変換後の LMS 錐状体応答値を L、M、S とすると、以下の演算式、

$$\begin{aligned} L = & 0.28971X \\ & + 0.68898Y \\ & - 0.07868Z \quad \cdots (11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M = & -0.22981X \\ & + 1.18340Y \\ & + 0.04641Z \quad \cdots (12) \end{aligned}$$

$$S = 1.00000Z \quad \cdots (13)$$

によって行う。

【 0 0 2 9 】 次に、ステップ 105 に進んで、その LMS 錐状体応答値 L、M、S を、ディスプレイが設置されている環境での特定色の LMS 錐状体応答値 L_w 、 M_w 、 S_w で正規化する。すなわち、正規化後の LMS 錐状体応答値 L' 、 M' 、 S' として、

$$L' = L / L_w \quad \cdots (21)$$

$$M' = M / M_w \quad \cdots (22)$$

$$S' = S / S_w \quad \cdots (23)$$

を求める。

【 0 0 3 0 】 ディスプレイが設置されている環境での特定色の LMS 錐状体応答値 L_w 、 M_w 、 S_w は、第 1 の認識工程 1 0 で認識された特定色の色度を、CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換し、その XYZ 色度座標を、式 (11) ~ (13) により LMS 錐状体応答値に変換することによって、求める。

【 0 0 3 1 】 一方、特定色色度予測工程 4 0 で予測された等色点をもとに、補正すべき特定色の LMS 空間上での値を求めておく。具体的には、図 5 に示すように（便宜的にフローチャートをブロック的に示す）、まずステップ 201 において、第 1 の認識工程 1 0 で認識された、ディスプレイが設置されている環境での特定色の色度と、特定色色度予測工程 4 0 で予測された、特定色についての等色点の色度とを、CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換し、次にステップ 202 に進んで、その X

Y Z 色度座標を LMS 錐状体応答値に変換し、次にステップ 203 に進んで、その LMS 錐状体応答値につき部分順応補正を行う。

【0032】ディスプレイが設置されている環境での特定色の LMS 錐状体応答値を、上記のように L_w , M_w , S_w とし、特定色についての等色点の LMS 錐状体応答値を、 L''_w , M''_w , S''_w とすると、ステップ 203 での部分順応補正は、以下の演算式、

$$\{k \cdot L''_w + (1-k) L_w\} \quad \dots (31)$$

$$\{k \cdot M''_w + (1-k) M_w\} \quad \dots (32)$$

$$L' = \{k \cdot L''_w + (1-k) L_w\} L' \quad \dots (41)$$

$$M' = \{k \cdot M''_w + (1-k) M_w\} M' \quad \dots (42)$$

$$S' = \{k \cdot S''_w + (1-k) S_w\} S' \quad \dots (43)$$

によって、色の見え一致補正を行う。

【0034】さらに、ステップ 107 に進んで、その色の見え一致補正後の LMS 錐状体応答値 L'' , M'' , S'' を、以下の演算式、

$$\begin{aligned} X &= 1.91019L'' \\ &\quad - 1.11214M'' \\ &\quad - 0.20195S'' \quad \dots (51) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= 0.37095L'' \\ &\quad + 0.62905M'' \quad \dots (52) \end{aligned}$$

$$Z = 1.00000S'' \quad \dots (53)$$

によって、CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換する。

【0035】その後、ステップ 108 に進んで、その XYZ 色度座標を、デバイス・インディペンデントな色空間である $L^*a^*b^*$ 空間の画像データ L'' , a'' , b'' に変換する。

【0036】次に、ステップ 109 に進んで、上記の 8 個の色データの番号 n を 1 だけインクリメントし、さらにステップ 110 に進んで、 n が 8 より大きいかなを

$$\begin{aligned} L'' &= m_{11} \cdot L' + m_{12} \cdot a' + m_{13} \cdot b' \\ &\quad + m_{14} \cdot L' \cdot a' + m_{15} \cdot L' \cdot b' + m_{16} \cdot a' \cdot b' \\ &\quad + m_{17} \cdot L' \cdot a' \cdot b' + m_{18} \cdot K \quad \dots (61) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a'' &= m_{21} \cdot L' + m_{22} \cdot a' + m_{23} \cdot b' \\ &\quad + m_{24} \cdot L' \cdot a' + m_{25} \cdot L' \cdot b' + m_{26} \cdot a' \cdot b' \\ &\quad + m_{27} \cdot L' \cdot a' \cdot b' + m_{28} \cdot K \quad \dots (62) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b'' &= m_{31} \cdot L' + m_{32} \cdot a' + m_{33} \cdot b' \\ &\quad + m_{34} \cdot L' \cdot a' + m_{35} \cdot L' \cdot b' + m_{36} \cdot a' \cdot b' \\ &\quad + m_{37} \cdot L' \cdot a' \cdot b' + m_{38} \cdot K \quad \dots (63) \end{aligned}$$

である。K は、定数で、通常は 1 とする。

【0039】そして、 L' 値を例として、上記の 8 色の実測値を L_n 、予測値を L_n'' ($n=1 \sim 8$) とすると、その差分 (誤差) E_n は、

$$E_n = L_n - L_n'' \quad \dots (71)$$

であり、誤差の総和 E は、

$$E = \sum E_n \quad \dots (72)$$

となる。

【0040】そして、この誤差の総和 E が最小となるよ

$$\{k \cdot S''_w + (1-k) S_w\} \quad \dots (33)$$

によって行う。k は、0 から 1 までの間の定数で、通常は 0.5 ~ 0.75 ぐらいが好ましい。

【0033】図 3 の色の見え一致補正処理ルーチン 100 では、ステップ 105 からステップ 106 に進んで、このように図 5 のステップ 203 で算出された、式 (31) (32) (33) で表される部分順応補正後の LMS 錐状体応答値を用いて、ステップ 105 で正規化された、式 (21) (22) (23) で表される LMS 錐状体応答値 L' , M' , S' に対して、以下の演算式、

判断し、 n が 8 以下であると判断したときには、ステップ 102 に戻って、ステップ 102 ~ 109 を繰り返す。以上の処理は、図 1 に示した色の見え一致補正工程 50 中の色の見え一致補正本工程 51 で行う。

【0037】そして、ステップ 110 で n が 8 より大きいと判断したときには、ステップ 110 からステップ 111 に進んで、色の見え一致補正工程 50 中の色の見え一致変換係数算出工程 55 において、色の見え一致変換係数として 3×8 マトリックス係数を算出する。この場合、上記の 8 色についての色の見え一致補正前の値と色の見え一致補正後の値との写像関係 f を求め、補正前の値と補正後の値との色差が最小となるように、 3×8 マトリックス係数を算出する。

【0038】すなわち、 3×8 マトリックス係数のそれぞれの係数を m_{ij} ($i=1 \sim 3$, $j=1 \sim 8$) とし、変換前の画像データ値を L' , a' , b' 、変換後の画像データ値を L'' , a'' , b'' とすると、

うに、 3×8 マトリックス係数の、式 (61) の L'' 値についての係数 m_{1j} ($j=1 \sim 8$) を決定する。式 (62) の a'' 値についての係数 m_{2j} ($j=1 \sim 8$)、および式 (63) の b'' 値についての係数 m_{3j} ($j=1 \sim 8$) も、同様に決定する。

【0041】以上のようにして、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを一致させる係数を算出することができる。

【 0 0 4 2 】なお、視覚系については、同じ色でも、ハードコピーのような連続的な刺激と、CRTディスプレイのような不連続で周期的な刺激との間では、見え方が異なる可能性もあるが、それについても、第 1 の認識工程 1 0 で得られた情報に加えて、第 2 の認識工程 2 0 で得られた情報を用いることによって、見えの違いに対応した係数を算出することができる。

【 0 0 4 3 】表示用変換係数算出工程 6 0 では、第 2 の認識工程 2 0 で認識されたディスプレイ特性を用いて、XYZ 空間からディスプレイ固有の RGB 空間への変換の係数を算出する。XYZ 空間と RGB 空間の間には一般に色の加法性が成り立つので、ディスプレイの特性として、上述したように RGB 単色とグレーの階調再現特性が検出されることによって、XYZ 空間から RGB 空間への変換の係数を一意に決定することができる。その変換係数は、例えば、 3×3 マトリックス演算によって算出する。

【 0 0 4 4 】〔第 2 の実施形態…カラー画像変換方法としての実施形態〕図 6 は、請求項 3 の発明のカラー画像変換方法の一実施形態を示す。この実施形態のカラー画像変換方法は、全体として、第 1 の認識工程 1 0、第 2 の認識工程 2 0、環境光情報補正係数算出工程 3 0 および画像データ変換工程 7 0 からなる。

【 0 0 4 5 】第 1 の認識工程 1 0 および第 2 の認識工程 2 0 は、図 1 に示した第 1 の実施形態のそれと同じである。環境光情報補正係数算出工程 3 0 も、特定色色度予

$$X_{cc} = 68717 \exp(-0.0021T) \quad \cdots (91)$$

$$Y_{cc} = 27699 \exp(-0.0019T) \quad \cdots (92)$$

$$Z_{cc} = 93281 \exp(-0.0022T) \quad \cdots (93)$$

で表される。

【 0 0 5 0 】したがって、この関係式 (91) (92) (93) と上記の関係式 (81) (82) (83) とから、特定色についての等色点を予測することができる。この実施形態の特定色色度予測工程 4 0 では、このように補正分 X_{cc} , Y_{cc} , Z_{cc} を算出することによって、特定色についての等色点を予測する。

【 0 0 5 1 】色の見え一致補正工程 5 0 では、この特定色色度予測工程 4 0 で予測された等色点と、例えば 729 ($9 \times 9 \times 9$) 個の色データによる色順応モデルとによって、色の見え一致補正を行い、色の見え一致変換工程 8 0 では、その色の見え一致補正後の色データによって、入力画像データを、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させるように色変換する。色順応モデルを構成する 729 個の色データは、CIE 1931 の XYZ 色度座標として与える。

【 0 0 5 2 】図 8 は、色の見え一致補正工程 5 0 および色の見え一致変換工程 8 0 での色の見え一致補正変換処理ルーチンの一例を示し、その色の見え一致補正変換処理ルーチン 300 では、まずステップ 301 において、上記の 729 個の色データの番号 n を 1 とし、次にステ

測工程 40、色の見え一致補正工程 50 および表示用変換係数算出工程 60 からなる点は、第 1 の実施形態のそれと同じである。

【 0 0 4 6 】ただし、この実施形態では、色の見え一致補正工程 50 は、色の見え一致補正本工程 51 のみからなり、それに伴って、色の見え一致補正工程 50 では、後述するような色の見え一致補正を行う。画像データ変換工程 70 は、色の見え一致変換工程 80 および表示用変換工程 90 からなる。

10 【 0 0 4 7 】特定色についての、ハードコピーの測定値とディスプレイの等色値との間には、

$$X_{wa} = X_{wm} + X_{cc} \quad \cdots (81)$$

$$Y_{wa} = Y_{wm} + Y_{cc} \quad \cdots (82)$$

$$Z_{wa} = Z_{wm} + Z_{cc} \quad \cdots (83)$$

という関係がある。

【 0 0 4 8 】ただし、 X_{wa} , Y_{wa} , Z_{wa} は、ディスプレイ上でハードコピー上の特定色と見えが一致する色の色度、 X_{wm} , Y_{wm} , Z_{wm} は、ディスプレイ上でハードコピー上の特定色と測色的に一致する色の色度、 X_{cc} , Y_{cc} , Z_{cc} は、色温度によって大きさが変わる補正分である。

【 0 0 4 9 】図 7 は、ディスプレイが設置されている環境の照明が暗く、ハードコピーの輝度がディスプレイで再現できる範囲内にある場合における、色温度 T と補正分 X_{cc} , Y_{cc} , Z_{cc} との関係を示したもので、その関係は、

30 ップ 302 に進んで、その 729 個の色データから第 n 番目のデータを選択し、次にステップ 303 に進んで、その選択した色データを上記のように CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換し、次にステップ 304 に進んで、その XYZ 色度座標を LMS 錐状体応答値に変換する。CIE 1931 の XYZ 色度座標から LMS 錐状体応答値への変換は、上記の式 (11) (12) (13) によって行う。

【 0 0 5 3 】次に、ステップ 305 に進んで、その LMS 錐状体応答値 L , M , S を、上記の式 (21) (22) (23) によって、ディスプレイが設置されている環境での特定色の LMS 錐状体応答値 L_w , M_w , S_w で正規化する。

【 0 0 5 4 】一方、第 1 の実施形態と同様に、特定色色度予測工程 40 で予測された等色点をもとに、具体的には図 5 に示したような処理によって、補正すべき特定色の LMS 空間上での値を求めておく。

【 0 0 5 5 】図 8 の色の見え一致補正変換処理ルーチン 300 では、ステップ 305 からステップ 306 に進んで、このように図 5 のステップ 203 で算出された、式 (31) (32) (33) で表される部分順応補正後の

LMS 錐状体応答値を用いて、ステップ 305 で正規化された、式 (21) (22) (23) で表される LMS 錐状体応答値 L' , M' , S' に対して、式 (41)

(42) (43) によって、色の見え一致補正を行う。

【0056】さらに、ステップ 307 に進んで、その色の見え一致補正後の LMS 錐状体応答値 L'' , M'' , S'' を、式 (51) (52) (53) によって、CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換する。

【0057】その後、ステップ 308 に進んで、その XYZ 色度座標を、デバイス・インディペンデントな色空間である $L^*a^*b^*$ 空間の画像データ $L''^* a''^* b''^*$ に変換する。

【0058】次に、ステップ 309 に進んで、上記の 729 個の色データの番号 n を 1 だけインクリメントし、さらにステップ 310 に進んで、 n が 729 より大きいかなかを判断し、 n が 729 以下であると判断したときには、ステップ 302 に戻って、ステップ 302 ~ 309 を繰り返す。

【0059】そして、ステップ 310 で n が 729 より大きいと判断したときには、ステップ 310 からステップ 311 に進んで、それまでに求めた 729 個の色データを、図 9 に示すような 3 次元 LUT に格納する。以上の処理は、図 6 に示した色の見え一致補正工程 50 で行う。

【0060】次に、ステップ 312 に進んで、画像データ変換工程 70 中の色の見え一致変換工程 80 において、その 3 次元 LUT に格納された色データによって、入力画像データを $L^*a^*b^*$ 空間上で変換する。

【0061】3 次元 LUT のアドレスは、 $L^*a^*b^*$ 空間上の座標 (位置) を示し、入力画像データが、図 10 の点 Q で示すように格子点の間の座標値となるときには、その入力画像データは、格子点の内分点として捉えられて、変換後の画像データとして、周囲 8 点の格子点 $Q_0 \sim Q_7$ の出力値の荷重和が得られる。すなわち、変換後の画像データの値を D とし、周囲 8 点の格子点 $Q_0 \sim Q_7$ の出力値を D_i ($i = 0 \sim 7$) とすると、

$$\begin{aligned} D = & (1-\alpha)(1-\beta)(1-\gamma)D_0 \\ & + (1-\alpha)\beta(1-\gamma)D_1 \\ & + (1-\alpha)\beta\gamma D_2 \\ & + (1-\alpha)(1-\beta)\gamma D_3 \\ & + \alpha(1-\beta)(1-\gamma)D_4 \\ & + \alpha\beta(1-\gamma)D_5 \\ & + \alpha\beta\gamma D_6 \\ & + \alpha(1-\beta)\gamma D_7 \quad \dots (95) \end{aligned}$$

となる。 α , β , γ は、0 以上、1 以下の値である。

【0062】なお、この例は立方体補間を用いる場合であるが、4 面体補間、ピラミッド補間、プリズム補間などの補間方法を用いてもよい。

【0063】上述したように、視覚系については、同じ色でも、ハードコピーのような連続的な刺激と、CRT

ディスプレイのような不連続で周期的な刺激との間では、見え方が異なる可能性もあるが、それについても、第 1 の認識工程 10 で得られた情報に加えて、第 2 の認識工程 20 で得られた情報を用いることによって、見えの違いに対応した係数を算出し、変換を行うことができる。

【0064】第 1 の実施形態と同様に、表示用変換係数算出工程 60 では、第 2 の認識工程 20 で認識されたディスプレイ特性を用いて、XYZ 空間からディスプレイ固有の RGB 空間への変換の係数を算出する。XYZ 空間と RGB 空間の間には一般に色の加法性が成り立つので、ディスプレイの特性として、上述したように RGB 単色とグレーの階調再現特性が検出されることによって、XYZ 空間から RGB 空間への変換の係数を一意に決定することができる。その変換係数は、例えば、 3×3 マトリックス演算によって算出する。

【0065】そして、画像データ変換工程 70 中の表示用変換工程 90 では、色の見え一致変換工程 80 からの $L^*a^*b^*$ 画像データを、表示用変換係数算出工程 60 からの変換係数によって、表示用画像データ、すなわちディスプレイ固有の RGB 画像データに変換する。その際には、色の見え一致変換工程 80 からの $L^*a^*b^*$ 画像データは一旦、ディスプレイが設置されている環境が暗室であるときのディスプレイ上の値 X_{crt} , Y_{crt} , Z_{crt} に変換して、表示用変換工程 90 に送る。

【0066】以上のようにして、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えが一致するように、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換することができる。

【0067】〔その他の実施形態または変形例〕上述した第 1 の実施形態は、カラー画像変換係数算出方法において、特定色色度予測工程 40 では、輝度と色温度をパラメータとした関数を用いて、等色点の色度を予測し、色の見え一致補正工程 50 では、色順応モデルと最小二乗法を用いて、入力画像データを直接変換する変換係数を算出する場合であり、第 2 の実施形態は、カラー画像変換方法において、特定色色度予測工程 40 では、色度をパラメータとした関数を用いて、等色点の色度を予測し、色の見え一致補正工程 50 では、色順応モデルを用いて、3 次元 LUT 用の係数を算出する場合であるが、もちろん、カラー画像変換係数算出方法においては、色の見え一致補正工程 50 で、3 次元 LUT 用の係数を算出してよく、カラー画像変換方法においては、色の見え一致補正工程 50 で、入力画像データを直接変換する変換係数を算出してよい。

【0068】

【発明の効果】上述したように、この発明によれば、一般のオフィスのように明るく照明された環境においてディスプレイ上でカラー画像を作成・編集するような場合においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作

業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを近づけることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明のカラー画像変換係数算出方法の一実施形態を示す図である。

【図 2】図 1 の場合の輝度と色温度をパラメータとした予測曲線を示す図である。

【図 3】図 1 の場合の色の見え一致補正処理ルーチンを示す図である。

【図 4】図 3 の処理ルーチンの説明に供する図である。 10

【図 5】図 1 の場合の一部の処理を示す図である。

【図 6】この発明のカラー画像変換方法の一実施形態を示す図である。

【図 7】図 6 の場合の色度をパラメータとした予測曲線を示す図である。

【図 8】図 6 の場合の色の見え一致補正変換処理ルーチ

ンを示す図である。

【図 9】3 次元 L U T の構成を示す図である。

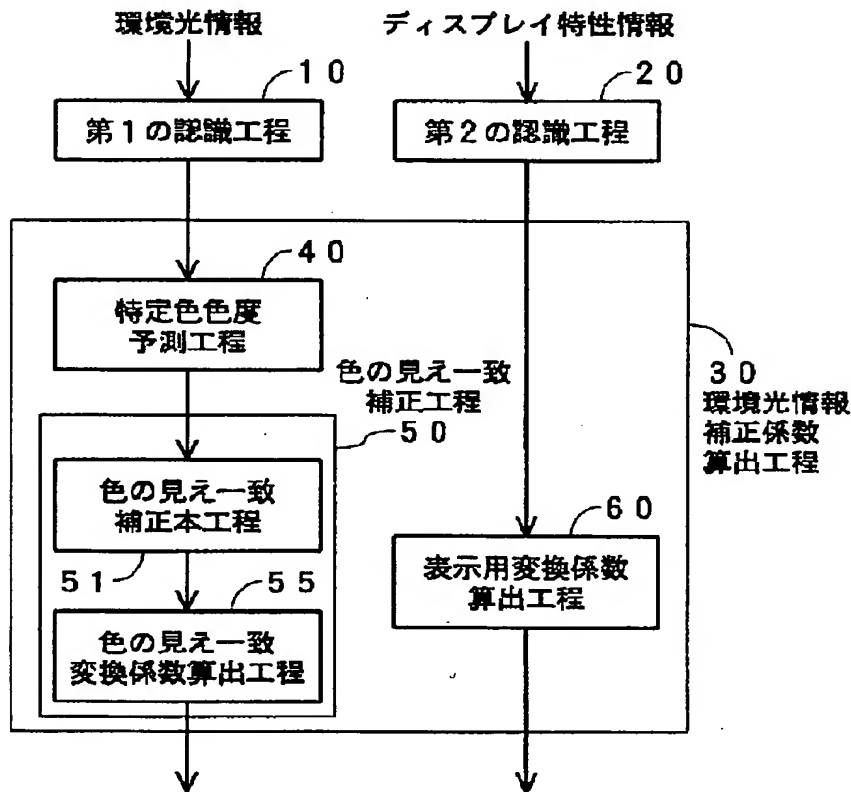
【図 10】3 次元 L U T での補間の説明に供する図である。

【図 11】環境光情報およびディスプレイ特性情報の取り込み方法の例を示す図である。

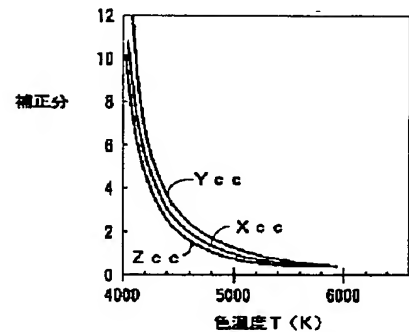
【符号の説明】

- 1 0 第 1 の認識工程
- 2 0 第 2 の認識工程
- 3 0 環境光情報補正係数算出工程
- 4 0 特定色色度予測工程
- 5 0 色の見え一致補正工程
- 6 0 表示用変換係数算出工程
- 7 0 画像データ変換工程
- 8 0 色の見え一致変換工程
- 9 0 表示用変換工程

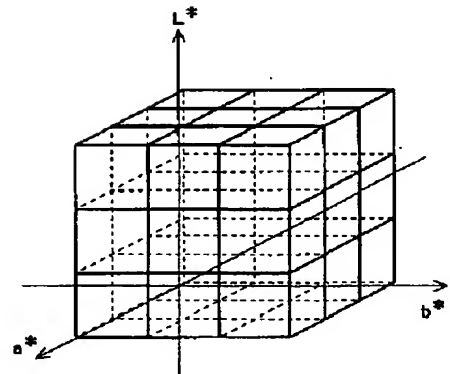
【図 1】



【図 7】

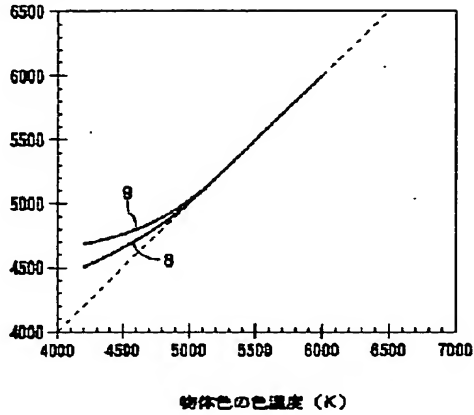


【図 9】

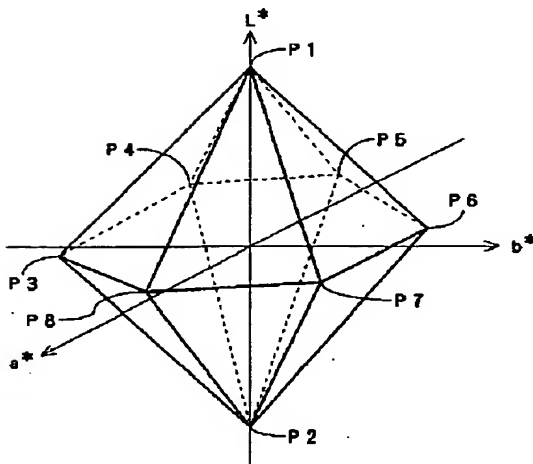


【図 2】

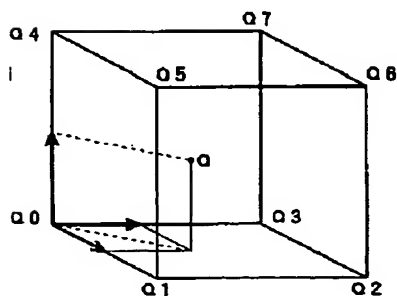
物体色と等色になる
表示色の色温度 (K)



【図 4】

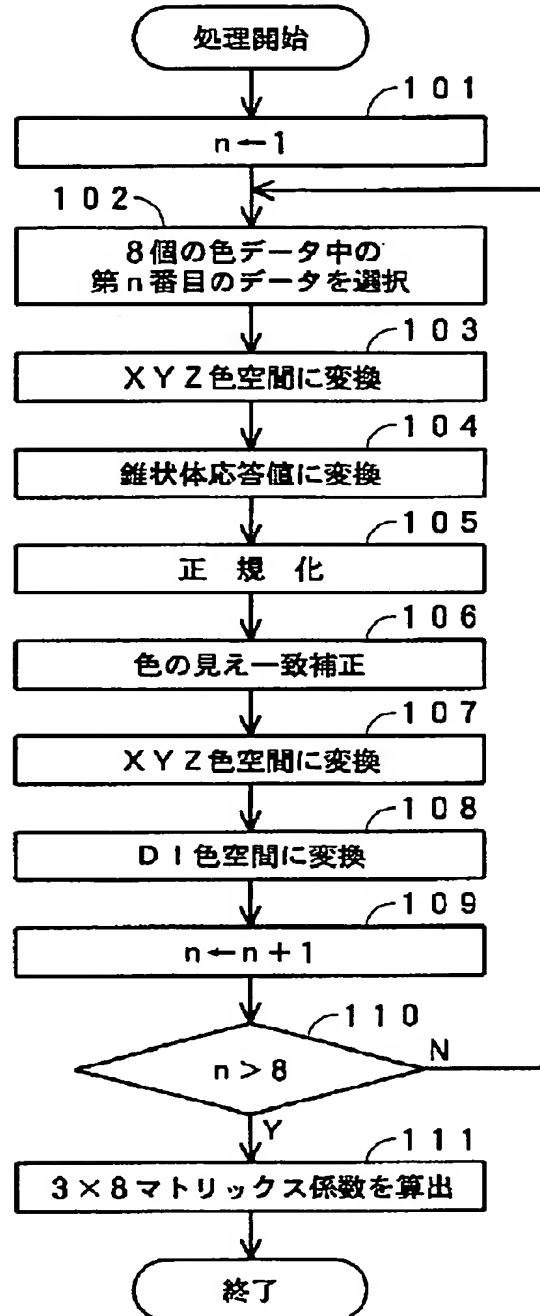


【図 10】

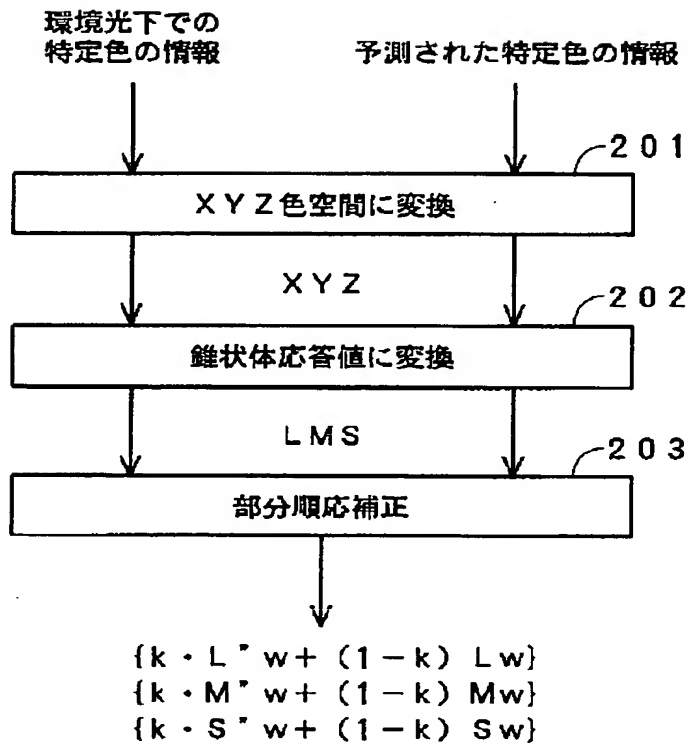


【図 3】

100 色の見え一致補正処理ルーチン

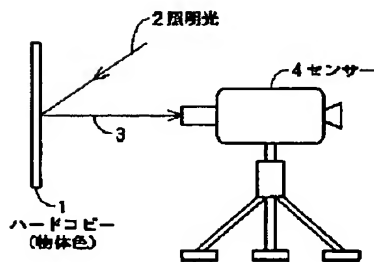


【図 5】

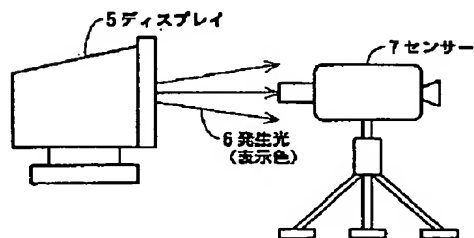


【図 11】

(A)

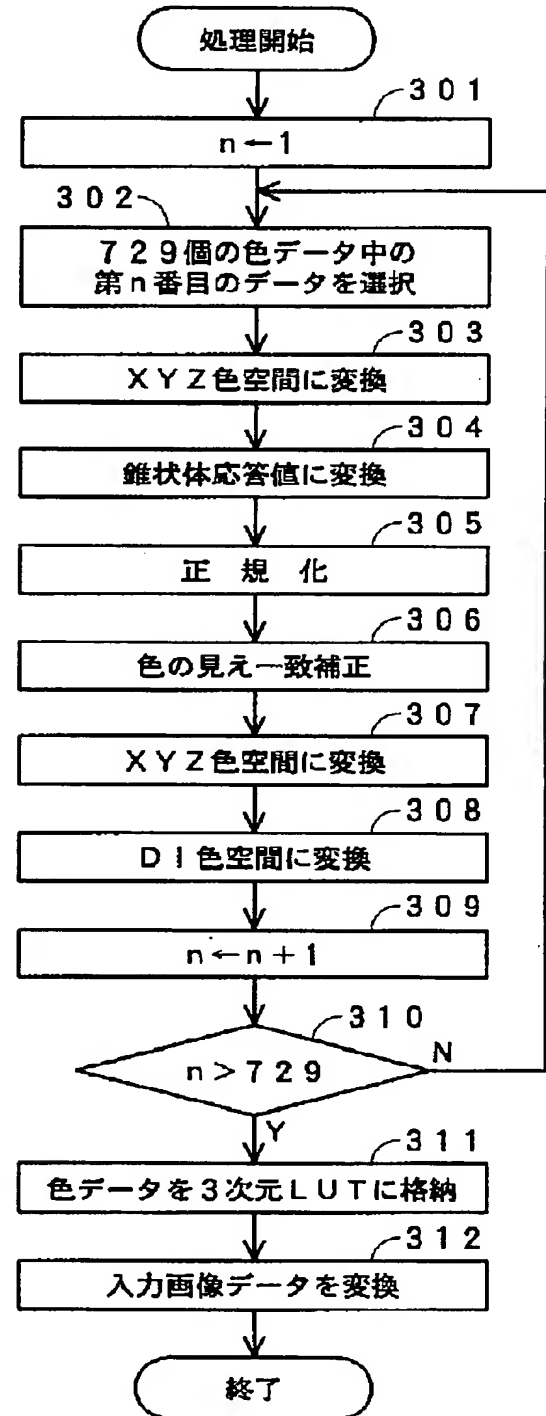


(B)

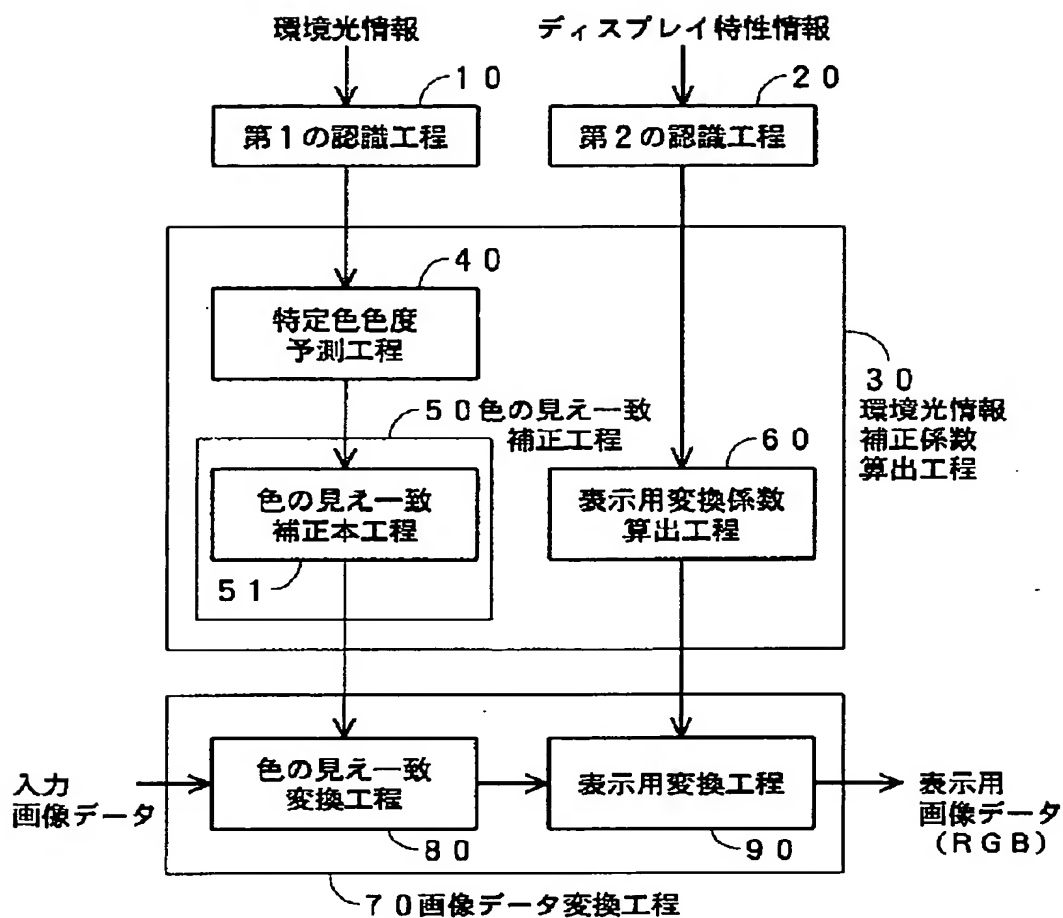


【図 8】

300 色の見え一致補正変換処理ルーチン



〔図 6〕



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

H04N 1/60

1/46

// G06T 5/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H04N 1/40

1/46

G06F 15/68

技術表示箇所

D

Z

310

A

(72) 発明者 村井 和昌

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー

ンテクなか い 富士ゼロックス株式会社

内

THIS PAGE BLANK (USPTO)